

ESCUELA DE ARQUITECTURA

MÁSTER HABILITANTE EN ARQUITECTURA

CURSO 2020/2021



Trabajo de fin de máster

‘La readaptación del túnel de José Bonaparte’

Autor/a: Rubén Casadomé Arroyo

Tutor: Luis Ramón-Laca Menéndez de Luarda y Santiago de Molina Rodríguez

Alcalá de Henares, junio de 2021

ÍNDICE

I. RESUMEN	- 4 -
II. ABSTRACT	- 5 -
III. INTRODUCCIÓN A LA ZONA	- 6 -
III. a. Descripción urbana: estado actual y evolución histórica	- 6 -
III. b. Continuación del eje este-oeste	- 10 -
IV. OBJETO DEL PROYECTO	- 12 -
IV. a. Reconexión entre el Campo del Moro y la Casa de Campo.....	- 12 -
IV. b. Zona de exposiciones temporales.....	- 12 -
V. COMUNICACIONES Y USOS	- 16 -
V. a. Comunicaciones.....	- 16 -
V. b. Usos	- 17 -
VI. MATERIALIDAD, ESTRUCTURA Y CONSTRUCCIÓN.....	- 20 -
VI. a. Cimentación	- 20 -
VI. b. Estructura de hormigón	- 20 -
VI. c. Forjados.....	- 20 -
VI. d. Fachada	- 20 -
VI. e. Cubierta	- 21 -
VI. f. Materiales.....	- 21 -
VI. g. Cálculos estructurales	- 21 -
VII. CONCLUSIÓN.....	- 25 -

ÍNDICE DE FIGURAS

<i>Figura 1: Evolución de la ciudad de Madrid</i>	6
<i>Figura 1: Mapa topográfico de la zona</i>	7
<i>Figura 2: Emplazamiento del proyecto propuesto</i>	8
<i>Figura 3: Eje cronológico de los diferentes elementos de importancia del lugar</i>	9
<i>Figura 4: Plano del antiguo túnel de Bonaparte</i>	11
<i>Figura 5: Programa de la propuesta</i>	14
<i>Figura 6: Comunicaciones planta 0</i>	16
<i>Figura 7: Comunicaciones planta -1</i>	17
<i>Figura 8: Tabla de usos planta 0</i>	18
<i>Figura 9: Tabla de usos planta -1</i>	19
<i>Figura 10: Tabla con las cargas a las que se somete la estructura</i>	22
<i>Figura 11: Diagrama de axiles</i>	22
<i>Figura 12: Diagrama de cortantes</i>	23
<i>Figura 13: Diagrama de momentos</i>	23
<i>Figura 14: Resultados del cálculo estructural</i>	24

I. RESUMEN

Después de la conquista del territorio español por parte de Napoleón Bonaparte en el año 1807 se produjo una ocupación francesa que se alargaría hasta 6 años en adelante. Durante este período se nombró Rey de España a José Bonaparte, hermano mayor de Napoleón. A pesar de sus continuos intentos de acercamiento a la clase popular española esta misma le rechazaba cada vez con mayor intensidad por ser la cabeza de la ocupación extranjera. Es por esto mismo que surge en el curso la necesidad de evadirse del Palacio Real hacia la Casa de los Vargas. Para esto mismo ordena construir un túnel que salga del Campo del Moro y desemboque en el futuro Puente del Rey, pasando por debajo del paseo de la Virgen del Puerto. El Proyecto es llevado a cabo por el Arquitecto Juan de Villanueva en el año 1811 y se conoce hoy en día como 'el túnel de Bonaparte'.

Este túnel era parte de un eje este-oeste que conectaba con claridad el Palacio Real con el Palacio de los Vargas. Se pretende en este proyecto dar continuidad de cierta manera a este antiguo eje que hoy en día se encuentra cortado en diferentes puntos.

Como propuesta para readaptar el antiguo túnel de Bonaparte se propone edificar a su alrededor tomando a este como eje vertebrador. A su vez aparecerán en la parte superior una serie de bóvedas que reinterpretan la estructura de aquello que se encuentra enterrado bajo ellas. Se trata en este trabajo de proyectar una arquitectura basada en el paralelismo entre las formas antiguas y las modernas.

II. ABSTRACT

After the Napoleonic conquest of the Spanish territory in 1807 there was a French occupation that would last up to 6 years onwards. During this period, José Bonaparte, Napoleon's older brother, was appointed King of Spain. Despite his continuous attempts to get closer to the Spanish popular class, they rejected him with increasing intensity for being the head of the foreign occupation. It is for this very reason that the need to escape from the Royal Palace to the 'Casa de los Vargas' arises in the corso. For this he ordered the construction of a tunnel that leaves the 'Campo del Moro' and leads to the future 'Puente del Rey', going under the 'Paseo de la Virgen del Puerto'. The Project is carried out by the Architect Juan de Villanueva in 1811 and is known today as 'the Bonaparte's tunnel'.

This tunnel was part of an east-west axis that clearly connected the Royal Palace with the 'Casa de los Vargas'. It is intended in this project to give continuity in a certain way to this old axis that today is cut at different points.

As a proposal to readapt the old Bonaparte's tunnel, it is proposed to build around it, taking it as the backbone. In turn, a series of vaults will appear in the upper part that reinterpret the structure of what is buried under them. This work is about projecting an architecture based on the parallelism between ancient and modern forms.

III. INTRODUCCIÓN A LA ZONA

III. a. Descripción urbana: estado actual y evolución histórica



1808



1877



1920



2021

Ilustración 15: Evolución de la ciudad de Madrid

El área a tratar se encuentra en la parte oeste de la ciudad de Madrid. Topográficamente presenta un desnivel fácilmente apreciable en la cuesta de San Vicente. Esto es debido a que podemos encontrar a unos escasos 90 metros del proyecto el Río Manzanares.

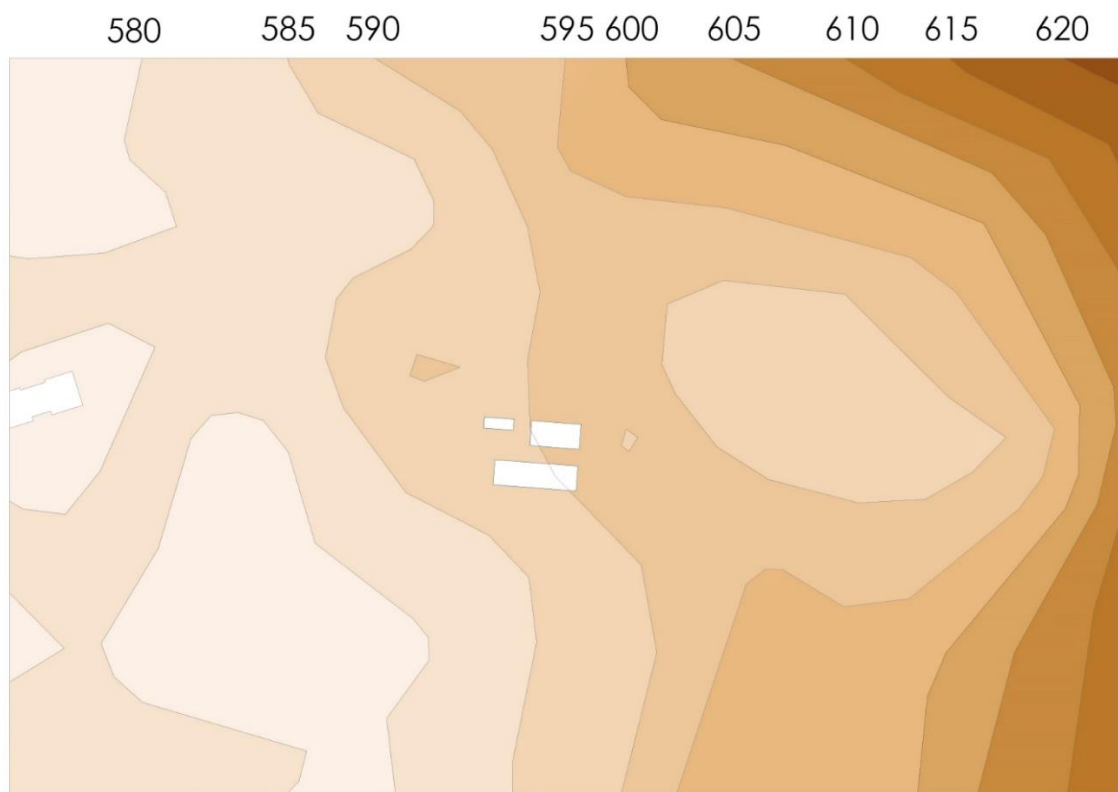


Ilustración 16: Mapa topográfico de la zona



Ilustración 17: Emplazamiento del proyecto propuesto

La evolución a través de los años ha proporcionado a esta zona de Madrid un carácter histórico de importancia fundamental a nivel nacional. Nos encontramos en esta área elementos tan importantes como el Palacio Real, la Catedral de la Almudena, el teatro Real, la estación de Príncipe Pío o la Plaza de España. A su vez, debido a la temática histórica que impregna esta zona han ido apareciendo una gran cantidad de elementos culturales como pueden ser el Museo de las Colecciones Reales, el Templo de Debod o el museo Cerralbo.

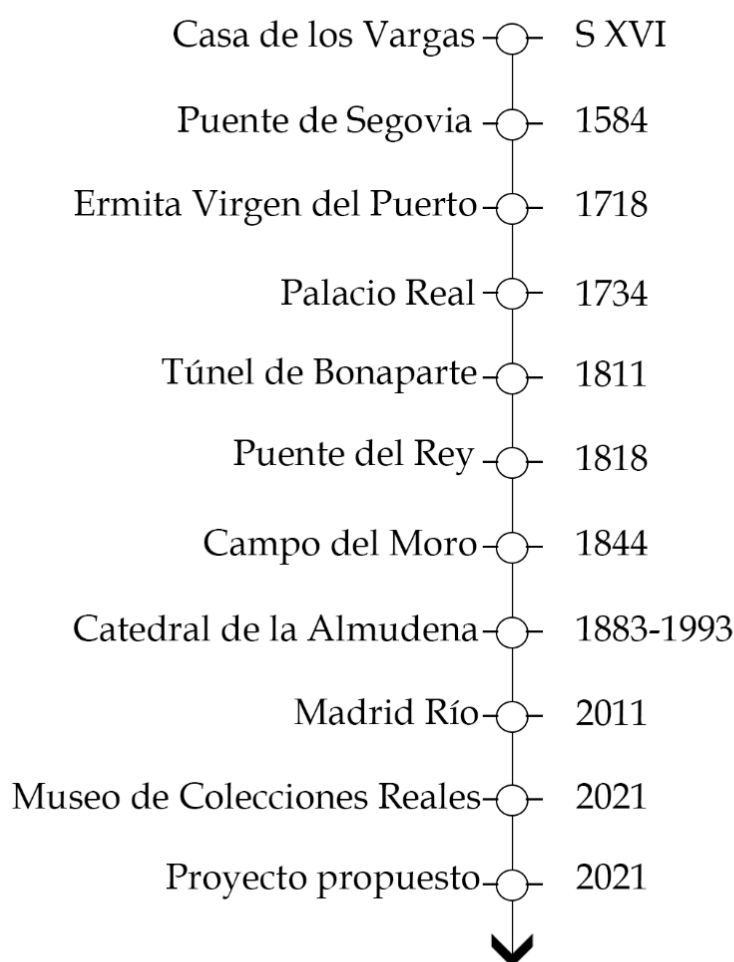


Ilustración 18: Eje cronológico de los diferentes elementos de importancia del lugar

Como es normal en un emplazamiento con tanta historia a sus espaldas, este ha sufrido cambios a lo largo de los siglos. A medida que han pasado los años hemos visto transformaciones en la topografía natural y cambios en los jardines como puede ser el Campo del Moro. A su vez han sido necesarias obras que han modificado trazados como el que continuaba al Puente de Segovia, enterrado hoy día o el ensanchamiento del Puente del Rey. Se han visto transformados edificios de tanta importancia como el Palacio Real que perdió su zócalo de granito a la vez que aparecían otros como la Catedral de la Almudena. A su vez resulta natural también el surgimiento de construcciones de nueva planta de carácter cultural como el Museo de las Colecciones Reales. Se han sufrido asimismo enormes transformaciones en el viario que han condicionado por completo el uso de esta área, como pueden ser las obras de la M-30 y Madrid Río. Es en este mismo lugar en constante cambio donde se emplaza el presente Trabajo de Fin de Máster, el cual pretende continuar con las transformaciones,

esperando que estas mismas mejoren tanto su entorno inmediato como la gran ciudad de Madrid.

III. b. Continuación del eje este-oeste

En los siglos anteriores existía con claridad el ya mencionado eje este-oeste. En la actualidad el Paseo de la Virgen del Puerto cuenta con dos vías de tráfico rodado que cortan por completo dicho eje. En adición a esto solo nos encontramos con dos pasos de peatones, los cuales se hayan bastante alejados de nuestra área de trabajo y no proporcionan continuidad en el sentido que nosotros planteamos.

Como problema a añadir existe una particularidad en esta zona. Debido a que el paseo de la Virgen del Puerto se encontraba a menor nivel que el puente de Segovia, fue necesario levantar este camino hasta la altura del puente. Esto mismo dio lugar a un talud artificial que podemos ver claramente en la sección longitudinal de la zona y que provoca un muro insalvable de 4 metros de alto en frente del Puente del Rey. Es debido a esta masa de terreno que se edifica el Túnel de Bonaparte, elemento central del proyecto expuesto.

La tercera cuestión a tratar sería que el túnel de Bonaparte se encuentra actualmente cerrado, no permitiendo el paso por debajo del talud. La suma de estos factores desemboca en un antiguo eje este-oeste totalmente cortado y sin ningún impacto urbano en la actualidad. Este tema ha sido planteado por los diversos gobiernos de la ciudad de Madrid en numerosas ocasiones, no llegándose nunca a una conclusión definitiva. Por poner un ejemplo de la última propuesta planteada se pensó en utilizar la antesala ya fabricada en hormigón como espacio para proyectar documentales o incluso películas.



Ilustración 19: Plano del antiguo túnel de Bonaparte

Resolver este problema en la medida de lo posible y revitalizar la continuidad en esta dirección se convertirá en uno de los temas centrales que dan lugar al proyecto presentado en este Trabajo de Fin de Máster.

IV. OBJETO DEL PROYECTO

IV. a. Reconexión entre el Campo del Moro y la Casa de Campo

Para conseguir este objetivo se propone no solamente la reapertura del túnel de Bonaparte si no también una reubicación de las vías de tráfico rodado. Estas mismas se enterrarían a una cota menor que la del túnel preexistente. Se ha realizado un estudio de los túneles de tráfico rodado ya presentes, pues esta es una zona con gran presencia de estos después de las obras de Madrid Río. Tras ser estudiada la situación se ha comprobado que es factible la construcción de estas vías subterráneas sin peligro de colisión con las anteriores. De esta forma se lograría un área peatonal donde se emplazaría el proyecto y por la cual los transeúntes podrían circular con libertad, logrando así potenciar la conexión entre estas dos zonas de la ciudad, que quedarían ‘cosidas’ de nuevo.

IV. b. Zona de exposiciones temporales

El objetivo de la edificación en sí se divide en varios aspectos, siendo el principal de ellos de aspecto museográfico. El propósito de este proyecto es crear un área expositiva no permanente. La idea sería exponer en este lugar colecciones cuyos museos de origen no se encuentran en las condiciones correctas para su exposición o partes de las colecciones de museos estatales o provinciales.

Sobre la primera opción cabe decir que existen en la actualidad museos donde por hallarse en reformas no es posible exponer la colección y se ven obligados a almacenarla durante meses o incluso años. Se pretende que el proyecto aquí presentado forme un espacio donde poder exponer temporalmente estas colecciones hasta su vuelta al edificio de origen. Algunos ejemplos de estos casos actualmente podrían ser el Tesoro de la Fragata Nuestra Señora Mercedes, perteneciente al Museo Nacional de Arqueología Subacuática (ARQUA) de Cartagena. Este tesoro se encuentra temporalmente sin exponer debido a problemas por inundaciones en el museo correspondiente. Otro ejemplo podrían ser los retratos pertenecientes al Prado que por reformas en su sala no están en exposición.

La segunda de las opciones posibles trata sobre la promoción. Numerosos museos estatales y provinciales cuentan con asombrosas colecciones las cuales podrían recibir un mayor interés del que tienen actualmente. Debido a la densidad de población que hay en la ciudad de Madrid esta se convierte en el

escenario perfecto para edificar un lugar en el cual dichos museos expongan de forma temporal parte de sus exposiciones con el objetivo de promocionarse. El objetivo es que la población que haya disfrutado de unas piezas de la colección de uno de los museos estatales cultive un interés por visitar el museo original, fomentando a su vez el turismo nacional.

Si bien este es el objetivo principal de la edificación en sí, hoy en día una construcción de este carácter debe contar con ciertos equipamientos esenciales como los que se muestran en el programa.

Público

Sin colección

- Puesto de información
- Guardarropa
- Sala de presentaciones
- Tienda con librería especializada
- Aseos
- Zona de descanso
- Biblioteca
- Sala de conferencias
- Salas educativas y talleres

Con colección

- Salas expositivas

Privado

Sin bienes culturales

- Seguridad
- Sala de instalaciones
- Vestuario
- Sala de limpieza
- Despachos
- Aseos

Con bienes culturales

- Muelle de carga y descarga
- Cámara de anoxia
- Almacén

Ilustración 20: Programa de la propuesta

La distribución escogida es la siguiente: Las salas de exposiciones, así como los usos más relacionados con esta como el almacén, la taquilla o la tienda con librería especializada irán ubicados en la misma cota que el túnel preexistente, actuando este como entrada al edificio y como método de acceso al área de exposición. Por otra parte, las estancias dedicadas a la biblioteca, las salas de estudio, la cafetería, la sala de presentaciones y las oficinas de dirección se encontrarán en el nivel superior, lo que consideraríamos cota 0, es decir, no se verían enterrados. Estas últimas deberán contar con una conexión directa con el nivel anterior.

V. COMUNICACIONES Y USOS

V. a. Comunicaciones

Debido al talud al oeste del proyecto y la valla al este en su contacto con el Campo del Moro, los usuarios vendrán obligatoriamente desde uno de los 3 caminos de acceso. a) Desde el norte, donde se encuentra la estación de Príncipe Pío. b) Desde el Sur, aproximándose desde el Paseo de la Virgen del Puerto. C) Desde el Campo del Moro, donde nos encontramos con una de las puertas de acceso a este.

Suponiendo que la mayor afluencia de personas vendrá desde Príncipe Pío, los espacios destinados a usos que podrían considerarse más diferenciados del carácter museístico se encuentran aquí. Estos son la cafetería y la biblioteca. A su vez, al sur podemos encontrar, justo encima de las salas expositivas y con conexión a ellas, las oficinas de dirección. En esta orientación se ha decidido colocar unas gradas para el descanso de los usuarios teniendo en cuenta que en los meses invernales es donde más se proyecta el sol.



Ilustración 21: Comunicaciones planta 0

Respecto a la planta enterrada, el recorrido propuesto es de este a oeste, accediendo desde el Campo del Moro. Es en este lugar donde se encontraría la taquilla y el equipamiento necesario para la entrada al espacio expositivo. Para finalizar el recorrido, en la sala preexistente de hormigón se emplaza un lugar de descanso y ciertos elementos audiovisuales para acompañar la colección expuesta en el momento.



Ilustración 22: Comunicaciones planta -1

V. b. Usos

El proyecto presenta en la planta superior 3 edificaciones. Estas mismas están cubiertas por 7 filas de bóvedas de hormigón de 58 metros de longitud, algunas de ellas contando con discontinuidades para facilitar la iluminación natural. La bóveda que se posiciona directamente encima del túnel preexistente tiene una singularidad. Esta estructura se alarga 2,7 metros a cada uno de sus extremos como simbolismo sobre lo que ocurre en el nivel inferior. Cuenta por tanto con 63,4 metros de longitud. El cuadro de superficies de la planta superior queda entonces del siguiente modo:

Cafetería	
Cocina	14,6 m ²
Sala de consumiciones	48,9 m ²
Baños	20,2 m ²
Biblioteca	
Entrada	38,6 m ²
Recepción	20,3 m ²
Baños	21,9 m ²
Sala de trabajo 1	18 m ²
Sala de trabajo 2	18 m ²
Biblioteca	206,4 m ²
Pasillos y zonas de paso	15,7 m ²
Oficinas	
Oficina 1	26,4 m ²
Oficina 2	25 m ²
Oficina 3	25 m ²
Oficina 4	25 m ²
Entrada	58,4 m ²
Recepción	12,3 m ²
Baños	37 m ²
Sala de presentaciones	105,1 m ²
Escalera	12,2 m ²
Ascensor	4,4 m ²
Pasillos y zonas de paso	49,4 m ²
Cafetería	83,7 m ²
Biblioteca	338,9 m ²
Oficinas	380,2 m ²
TOTAL	802,8 m²

Ilustración 23: Tabla de usos planta 0

En planta inferior el cuadro de superficies sería el siguiente:

Área de descanso	35 m ²
Audiovisuales	35 m ²
Elevador	16,2 m ²
Túnel preexistente	249,8 m ²
Zonas de paso	322,5 m ²
Escaleras	28,8 m ²
Ascensor	4,4 m ²
Cuarto de almacenaje	16,2 m ²
Almacén	301,1 m ²
Sala expositiva 1	87,5 m ²
Sala expositiva 2	131,3 m ²
Sala expositiva 3	87,5 m ²
Sala expositiva 4	87,5 m ²
Sala expositiva 5	87,5 m ²
Guardaropa	10,2 m ²
Vestíbulo	214,9 m ²
Vestuarios y baños	36,2 m ²
Baños públicos	36,2 m ²
Sala de vigilancia	15 m ²
Área de descanso privada	15 m ²
TOTAL	1817,8 m²
TOTAL PROYECTO	2620,6 m²

Ilustración 24: Tabla de usos planta -1

VI. MATERIALIDAD, ESTRUCTURA Y CONSTRUCCIÓN

VI. a. Cimentación

La cimentación del edificio estará compuesta por zapatas. En la cota -10 m estas serán zapatas corridas debajo de los muros de carga y, puntualmente, zapatas aisladas bajo los pilares en la parte este. Para poder construir esto será necesario un recalce de la zapata existente del túnel de Bonaparte.

En la cota -2 m encontraremos únicamente zapatas aisladas bajo los pilares correspondientes, todas ellas correctamente unidas con vigas de atado.

VI. b. Estructura de hormigón

La construcción de nueva planta vendrá edificada en hormigón armado in-situ. Todo el edificio cuenta con bóvedas de este material. La diferencia reside en que mientras que en la planta superior estas se sustentan en pilares aislados, en la inferior cuentan con el apoyo adicional de muros de carga transversales.

VI. c. Forjados

Los forjados del proyecto vendrán contruidos con vigas y viguetas de hormigón armado.

VI. d. Fachada

Para realizar la fachada se ha optado por un sistema de paneles prefabricados inspirado en el mismo que utilizó Jørn Utzon en Bagsværd Church. Estos paneles cuentan ya con su correspondiente capa de aislante y se colocarían unos encima de otros, siendo la unión entre ellos proyectada in-situ. Como método de unión al pilar los paneles vienen preparados con una grapa metálica a la cual se le acoplarán unas esperas colocadas previamente en el pilar in-situ. Finalmente, esta unión se hormigonaría en obra para obtener un comportamiento monolítico.

VI. e. Cubierta

La cubierta en este proyecto sería de planchas metálicas de cobre engatilladas entre ellas cada 40 cm. Esta capa metálica cubriría las bóvedas de hormigón, siendo este un material característico por adquirir una tonalidad distinta al oxidarse con el tiempo.

VI. f. Materiales

El cemento utilizado será de tipo II-Z-35, contando con una resistencia característica a los 28 días de 25 N/mm². El tamaño máximo del árido será de 40 mm en la cimentación y de 20 mm en los forjados. El sistema de compactación será por vibrado con un coeficiente de minoración de 1,5. Respecto al acero para el mallazo este será B-500-T, con un límite elástico de 500 kp/cm².

En lo concerniente a los ensayos a realizar, en el hormigón armado se ejecutarán los ensayos según se indica en la norma Cap. XV, art. 82 y siguientes.

En lo que concierne a los pavimentos los ya presentes en el lugar no se modificarán. Para los interiores se ha optado por una tarima de madera de roble, presente también en las carpinterías. En los cuartos húmedos se colocará un pavimento de cerámica. Para completar este apartado se terminará con un pavimento exterior de piedra de colmenar, la cual puede ser transportada desde su cantera en la misma Comunidad de Madrid.

VI. g. Cálculos estructurales

Las normas consideradas vendrán dadas en el CTE DB SE C y en EHE-08. Se ha comprobado la estabilidad estructural de una de las bóvedas de hormigón teniendo en consideración todas las cargas requeridas según los documentos citados anteriormente. Estas cargas son:

CARGAS PERMANENTES	
Peso propio hormigón armado	53,25 kg/cm
Peso propio planchas metálicas de cubierta	2,94 kg/cm
Peso propio rastreles metálicos horizontales	0,039 kg/cm
Peso propio rastreles metálicos verticales	0,039 kg/cm
Peso propio aislante	1,99 kg/cm
Peso propio lámina impermeabilizante	0,019 kg/cm
Total cargas permanentes	58,277 kg/cm
SOBRECARGAS	
Nieve	9,04 kg/cm
Cubierta accesible sólo para conservación	9,04 kg/cm
Total sobrecargas	18,09 kg/cm
TOTAL CARGAS CON COEFICIENTES DE SEGURIDAD	98,8914 kg/cm

Ilustración 25: Tabla con las cargas a las que se somete la estructura

Una vez se han obtenido las cargas a las que se verá sometida la estructura, se procede a calcular el comportamiento de esta misma. Para ello, se han calculado los diagramas de axiles, momentos y cortantes que se muestran a continuación. Los datos se presentan en KN/m

a) Diagrama de axiles

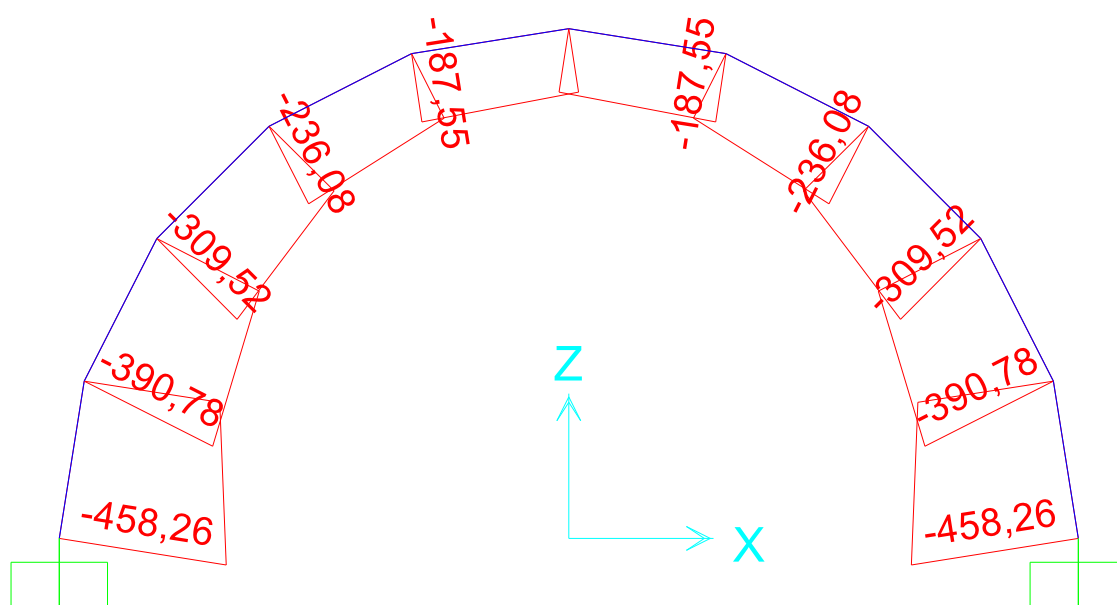


Ilustración 26: Diagrama de axiles

b) Diagrama de cortantes

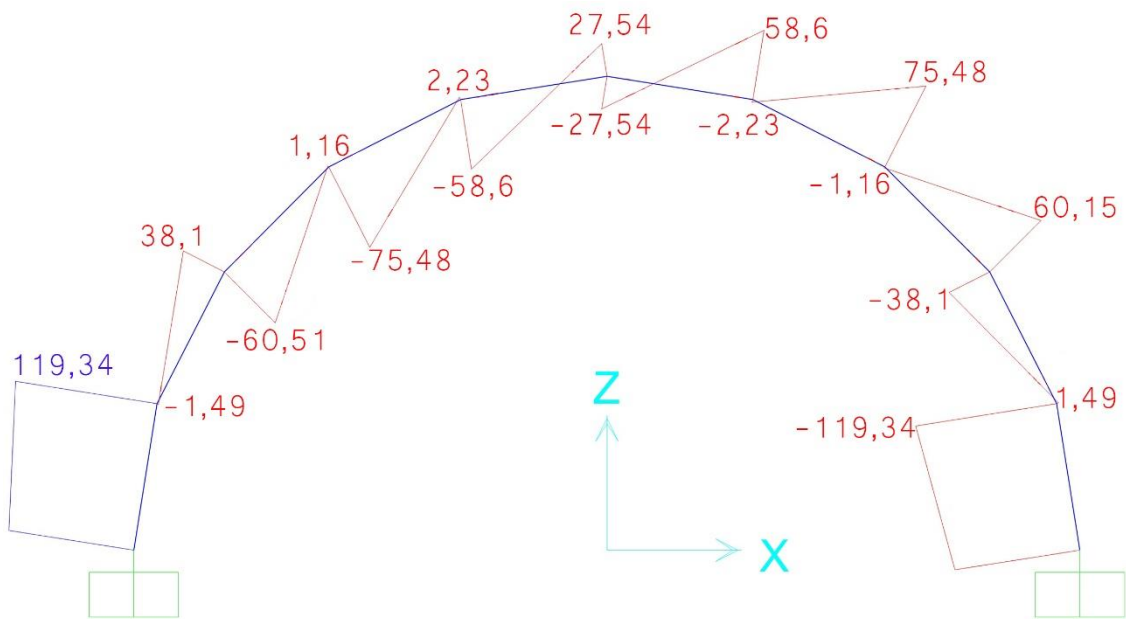


Ilustración 27: Diagrama de cortantes

c) Diagrama de momentos

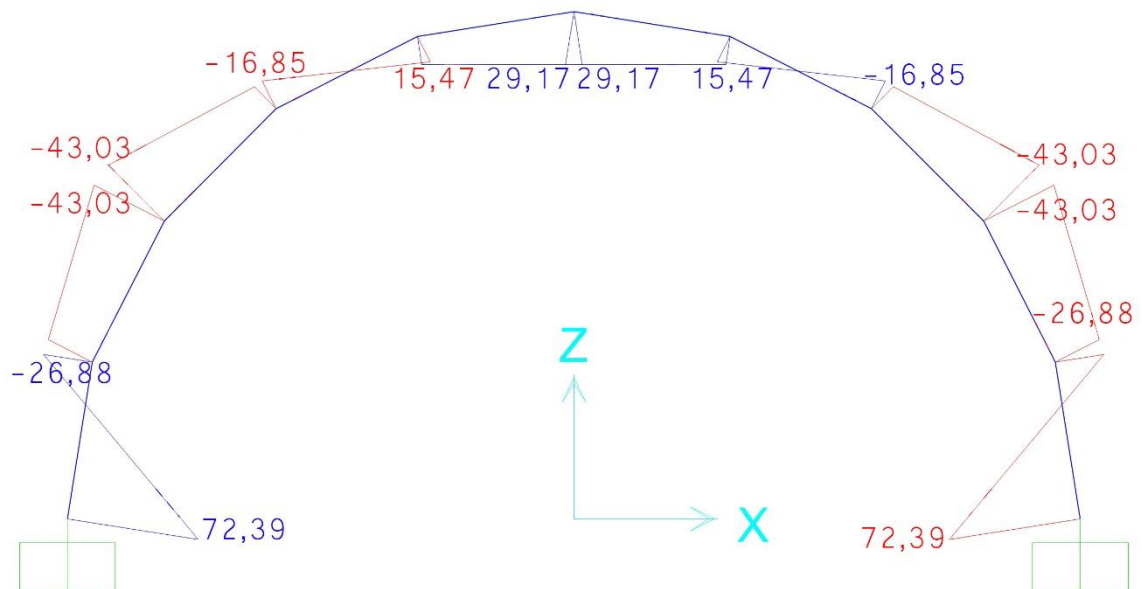


Ilustración 28: Diagrama de momentos

Los datos definitivos que resultan son:

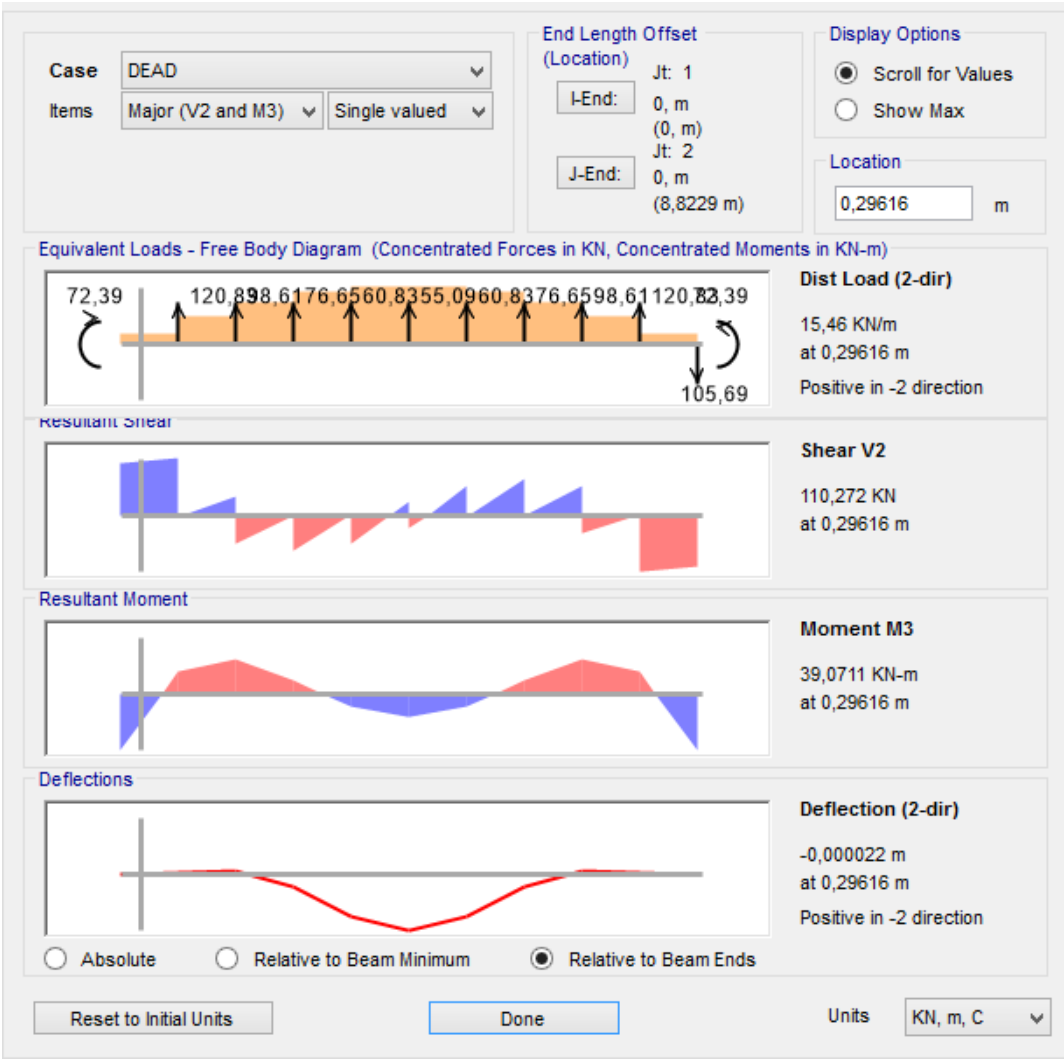


Ilustración 29: Resultados del cálculo estructural

VII. CONCLUSIÓN

En definitiva, este proyecto propone ofertar unos servicios que hasta el momento no se encuentran en este lugar, intentando mejorar el entorno en general con un programa que enriquezca aún más esta zona. Pretende a su vez ayudar a mejorar los problemas que se han tratado en el presente trabajo.

Nos encontramos en un emplazamiento que, como se ha mencionado, está en constante transformación. Se ha entendido este Trabajo de Fin de Máster como una oportunidad para mejorar una zona tan importante como la que nos ocupa. Siendo así, el proyecto propuesto no se puede entender sin su contexto, este es sólo una pieza más de un área más grande, la cual irá enriqueciéndose a medida que aparezcan más propuestas.